

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

المياه الجوفية والتنمية في صحاري العالم العربي

د. جودة حسنين جودة

صحاري العالم العربي

نقصد بها تلك الأراضي المدارية وشبه المدارية التي تقع في مهب الرياح التجارية الجافة، فيما بين دائرتي العرض 14° - 34° شمالاً تقريباً، في قارتي أفريقيا وآسيا. وتشمل الصحراء الكبرى الأفريقية وبادية الشام وشبه الجزيرة العربية.

ومناخها الحالي جاف وحار، فلا يزيد المتوسط السنوي للتساقط على ٥ سم إلا نادراً، ويتباين التساقط من جهة لأخرى وتختلف معدلاته من عام لآخر. والحرارة مرتفعة، ويشد القيظ صيفاً (بين 40° - 50° مئوية)، فترتفع معدلات التبخر التي تزيد في العادة على ١٢٠ سم. والجريان المائي السطحي حين التساقط غير ذي أهمية، وقد تنجم عنه آثار سلبية.

والنتيجة أن ظروف المناخ الحالي لاتوفر الماء الكافي لمختلف أغراض معيشة الانسان، كما أنها لاتسهم بقدر يذكر في تعويض الفاقد من المخزون المائي الجوفي، فإن أي تساقط قد لا يصل إلى سطح الصحاري الظمّانة. وقد تبين من مختلف الأبحاث وعديدها، أن كل المياه الجوفية في صحاري العالم العربي هي مياه حفرة قديمة، يرجع أحدثها إلى أواخر عصر البليستوسين، وأقدمها إلى عصور الزمن الثالث.

ولقد يتساءل البعض: إن بعض هوامش صحارينا العربية، وأجزاء من داخليتها ماطر، قد تتلقى كمية من التساقط تزيد على ٨٠ سم في فصل واحد، كالأجزاء الشاهقة الارتفاع من جبال عسير، وذرى مرتفعات تبستى وتاسيلي والحجار، وهذا صحيح، ولكن تلك الشواهد تتألف من صخور نارية ومتحولة متبلورة ومندمجة وصماء، فلا تسمح بإنفاذ المياه وتسربها، كما لا تستطيع تخزينها. فتجري المياه فوق أسطحها حتى تتبدد، ويضيع معظمها بالتبخر... أما في أجزاء صحارينا الغربية التي تتركب من صخور رسوبية قادرة على إنفاذ المياه وتخزينها، تكون كمية الأمطار التي تسقط فوقها قليلة، لا تجدي في تغذية مخازن المياه الجوفية.

مناخ الماضي والماء الحفري في الصحارى العربية

لقد تميز الزمن الرابع بحدوث تغيرات مناخية شملت الأرض جميعاً، وكان للهبوط السريع في درجات الحرارة مع التساقط في هيئة ثلج أثره في تجليد يابس العروض العليا، بل والجبال الشاخمة في النطاق المداري الحار ذاته. وقد حدث التجليد في فترات تراوح عددها بين أربع وست، تعاقبت مع فترات دفء فصلت بينها.

وقد تبين حدوث تتابع مشابه لفترات رطبة وأخرى جافة أثناء المليون سنة الأخيرة، وأمكن اقتفاء آثار لها في كثير من جهات الصحارى العربية المدارية وشبه المدارية الواقعة في مهب الرياح التجارية الجافة في وقتنا الحالي.

وبسبب اجتماع حدوث كلتا الظاهرتين (تتابع الجليد والمطر) في زمن واحد هو الرابع، وعن طريق دراسات متيورولوجية معلومة، أصبحنا ننظر

إلى فترات المطر على أنها نتاج لتأثير فترات الجليد، كما أصبح في الإمكان النظر إلى فترات الجفاف على أنها 'نتاج' لتأثير فترات الدفء، مثل فترة الدفء الحالية.

وهنا نتساءل:

ما مدى أهمية الفترات المطيرة السالفة لمناطق العمران الحالية في الصحارى العربية؟

وإلى أي حد يمكن استغلال المياه الجوفية الحفرية لمشاريع الزراعة وخطط التنمية في أقطار العالم العربي؟

وهل هذه المياه الجوفية الحفرية بمثابة مصادر مياه متناقصة، أم هناك عمليات تعويض، بطريق أو بآخر، لما يستهلك منها؟

وللإجابة على هذه التساؤلات ينبغي أن نحدد بوضوح ما يلي:

١ - المدى الزمني الذي ساد خلاله المطر وعم الصحارى العربية.

٢ - تقدير كمية الأمطار التي كانت تتساقط سنوياً، ونظامها وموسمها.

٣ - أحوال الجو الحرارية أثناء مواسم تساقط الأمطار.

ولكي نقرب من هذه الأهداف نقسم الصحارى العربية إلى أربعة نطاقات عرضية تتوالى من الشمال نحو الجنوب، والتقسيم النطاقي بصحارينا على امتداد دوائر العرض مفيد جداً لهذه الدراسة، كما أن الصحارى العربية تمثل إقليماً مثالياً لهذا التقسيم النطاقي بالنسبة للظروف المناخية.

وفي كل نطاق ندرس في إيجاز الحالة المناخية من حيث الرطوبة والحرارة خلال أعصر الزمنين الثالث والرابع بالقياس لأحوال مناخ عصرنا

الحالي.. فيما إذا كان المناخ في أيّ من تلك الفترة الزمنية مشابهاً لمناخ الحاضر، أم مختلفاً أو مغايراً له.

الحرارة في الزمنين الثالث والرابع

لقد تبين من مختلف الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية أن حرارة جو الأرض أثناء عصور الزمن الثالث حتى عصر البلايوسين كانت عالية، وابتداء من البلايوسين أخذت الحرارة في الانخفاض التدريجي. ومع بداية البليستوسين حدث الانخفاض الحراري السريع الذي بلغ شأوه بعد انقضاء نحو خمسي (٤٠٪) ذلك العصر، حين تحول مناخ وسط أوروبا إلى أحوال المناخ القطبي، وبدأت بذلك أول فترة جليدية حقيقية وهي فترة الدانوب التي سبقت فترة جونز الجليدية منذ حوالي ستمائة ألف سنة.

وتتصف كل الفترات الجليدية التالية، وهي: جونز، ومندل، وريس، وفورم، بتطور وتتابع مناخي متشابه الخصائص نجمل سماته فيما يلي:

انخفاض حراري سريع في الغلاف الجوي مقداره نحو ٨°م، وحوالي ١٦°م في طبقة الجو السفلى في وسط أوروبا، ثم ارتفاع حراري سريع يصل إلى المعدل الحالي أثناء فترات الدفء فيما بين فترات الجليد.

أحوال المناخ في الصحارى العربية عبر نطاقاتها الأربعة

أثناء الزمنين الثالث والرابع

إذا نظرنا إلى التتابع المناخي في النطاق الصحراوي الواقع شمالي دائرة العرض ٣٠° شمالاً، والذي يشمل جنوب مرتفعات أطلس، وطرابلس

الغرب وبرقة، وبادية الشام، يمكننا إقامة الدليل القاطع على معاصرة جميع الخمس أو الست فترات الجليدية البليستوسينية في وسط أوروبا، لنفس العدد من الفترات المطيرة في الأراضي التي يشملها هذا النطاق. وهذا مظهر جلياً عن طريق الربط بين المصاطب النهرية، ومصاطب الأودية، والأرصفة البحرية، وقطاعات الرواسب في المغارات، والأجيال الكارستية، والقشور الجيرية، وتحليل الكربون ١٤. وتلك دراسات مستفيضة ومتنوعة وتغطي صحارى العالم العربي، قام بها بحاث نذكر منهم: مينشينج (١٩٥٣، ١٩٦٠) وبالوت (١٩٥٢)، وشوبر (١٩٥٧)، وليفران (١٩٧٧)، وشفارتزباخ (١٩٧١) في المملكة المغربية. وبوتسر (١٩٥٨) ويوديل (١٩٦٢) ومورتنسين (١٩٧٣) وجودة (١٩٧٧) في الجزائر. وكنتيش (١٩٥٠، ١٩٦٢) وجودة (١٩٧٣، ١٩٧٥) وجراول (١٩٧٩) وميكيلان (١٩٧٩) وكوبينا (١٩٨١) في ليبيا. وبوتسر (١٩٥٩) وميرزايف (١٩٦٢)، (١٩٧٠) وعادل عبد السلام (١٩٦٨، ١٩٧٤) وكايزر (١٩٧٣) وبروناكر (١٩٨٠) وجوده (١٩٨١) في سوريا. وبوتسر (١٩٥٩) وبوردون (١٩٦٩) ويندر (١٩٧٤) في الأردن.

وقد كانت فترات الجليد الشمالية تتحكم في ظهور فترات المطر في الهامش الشمالي لصحارى العرب الواقع شمالي دائرة العرض ٣٠° شمالاً. فبدون وجود جليد في الشمال، لا تحدث فترة مطر في هذا الهامش الشمالي الصحراوي. ويعزز هذا الاستنتاج عدم وجود آثار لفترات مطيرة واضحة في هذا النطاق فيما قبل البليستوسين، وفيما بعده. وقد تميزت فترات المطر البليستوسينية بالبرودة يدل عليها تكوينات الاسكرى في أودية الجبل الطرابلسي (جودة ١٩٧٥) وهضبة برقة (هي ١٩٦٣، وجود ١٩٧٥) وهي نتاج لزيادة معدلات الرطوبة والتبريد وفعل الصقيع. وكان التساقط يزيد

على ٤٠ سم، وموسمه النصف الشتوي من السنة كما في جنوب أوروبا في وقتنا الحالي. وقد نتج عن ارتفاع كمية المطر مع انخفاض الحرارة جريان سطحي مؤثر شبه دائم تدل عليه المدرجات النهرية بوديان الجبل الأخضر (وادي القطارة ووادي درنة - جودة ١٩٧٢) والجبل الطرابلس (المجنيين - جودة ١٩٧٥) أضف إلى ذلك امكانية تسرب كميات كبيرة من المياه حيثما كانت نوعية الصخور مواتية، وذلك خلال فترات المطر التي تخللت عصر البليستوسين الذي دام نحو مليون سنة، والذي انقضى منذ نحو عشرين ألف سنة.

وتختلف الأحوال عن ذلك نسبياً في النطاق الشمالي من وسط صحارى العالم العربي، وهو الواقع فيما بين دائرتي العرض ٢٥° - ٣٠° شمالاً تقريباً، والذي يشمل جنوب الجزائر، وليبيا، ومصر، وشمال شبه جزيرة العرب. وهنا تدل الشواهد على حدوث فترة مطيرة في أواخر الزمن الثالث (في عصر البلايوسين) نظن أنها امتدت إلى البليستوسين القديم، تظهر آثارها في لوم أحمر عظيم الانتشار في الجزائر (بوديل ١٩٧٢، وميكيلاين ١٩٧٤) وفي الهروج بليبيا حيث السمك عظيم يبلغ بضعة أمتار (جودة ١٩٧٥ وكوبيينا ١٩٥٩) ودور النشاط النهرى في صعيد مصر (بفانين شتيل ١٩٦٣).

وكان النصف الأول من البليستوسين (باستثناء الأوائل) جافاً، أما النصف الثاني فكان مائلاً (انظر أبحاث كنيثش، ومينشينج، وبوتسر، وجودة - نشاط نهري ومدرجات نهري)، إضافة إلى فترة مطيرة (أو شبه مطيرة في العصر الحجري الأوسط والعصر الحجري الحديث (بوتسر، وبوتسروهانسين ١٩٥٩، ١٩٦٧، ١٩٦٨).

والخلاصة أن زمن تساقط الأمطار فوق أراضي هذا النطاق الشمالي من وسط الصحارى العربية يشمل فترات متقطعة في عصر البلايوسين الذي دام بين ١٠ - ١٢ مليون سنة، إضافة إلى النصف الثاني من البليستوسين (أي خلال حوالي نصف مليون سنة) مع تساقط متوسط الكمية خلال فترتي حضارة الحجري المتوسط وحضارة الحجري الحديث. وكان المتوسط الحراري في البلايوسين أعلى منه في عصرنا الحالي، وفي البليستوسين أقل من عصرنا الحاضر. وكانت كمية المطر السنوية تزيد على ٤٠ سم، وموسمها النصف الشتوي من السنة، كما كان الجريان السطحي مؤثراً، والتسرب فعال حيثما سمحت الظروف الجيولوجية. ويمثل اللوم الأحمر السميك والواسع الانتشار دليل مطر البلايوسين وحرارته، كما تشير المدرجات النهرية والنشاط النهري إلى مطر النصف الثاني من البليستوسين وبرودته.

فإذا ما انتقلنا إلى النطاق الجنوبي من وسط الصحارى العربية، الواقع فيما بين دائرتي العرض ٢٠° - ٢٥° شمالاً، والذي يشمل مرتفعات حجار، وجنوب ليبيا، وأقصى جنوب مصر (٢٢° - ٢٥° شمالاً) والهامش الشمالي للسودان (٢٠° - ٢٢° شمالاً) ووسط شبه الجزيرة العربية، فإننا نجد هذا النطاق قد سادته أثناء الزمن الثالث كله تعاقب لفترات رطوبة وجفاف. وشاعت ظروف مناخية مدارية وشبه مدارية فصلية الرطوبة. وتؤكد الأبحاث سيادة أحوال مناخ السافانا بحرارتها ومطرها في هذا النطاق الجنوبي من وسط الصحارى العربية منذ بداية عصر المايوسين وحتى أواخر عصر البلايوسين، وتتمثل الشواهد في تربات حمراء وطبقات سميكة من الكاولين في ليبيا والجزائر (كوبينا ١٩٥٩) والسعودية (قادشي ١٩٧١) والسطوح التحتاتية القديمة في الحجار (بوديل ١٩٧٧). وكان البليستوسين القديم والأوسط جافاً، بينما كان كل من البليستوسين الحديث والقسم الحديث من

عصر الهولوسين (خاصة الحجري الحديث) ماطرأ (بوتسر ١٩٦٨، شفارتزباخ ١٩٧٣). وكان المطر متصلاً (أكثر من ٤٠ سم سنوياً) من فترة جليد ريس عبر فترة إيم (ريس - فورم الدفيئة) إلى فترة جليد فورم. وكانت الحرارة أقل من عصرنا الحاضر (برودة نسبية) وكان الجريان السطحي مهماً، والتسرب خلال التكاوين الصخرية المسامية فعالاً.

ويبقى التابع النطاقي في الهامش الجنوبي لصحارى العرب الذي يقع بين دائرتي عرض ١٤°-٢٠° شمالاً، ويشمل جنوب شبه الجزيرة العربية وشمال السودان كما يحتوي تشاد والسنغال. وهنا تشير الشواهد إلى تعاقب مطر وجفاف أثناء الزمن الثالث، وكانت كمية الأمطار السنوية لاتقل عن ٤٠سم، وموسمها الصيف خلال ٦ إلى ٧ أشهر، وفي ظل هذه الظروف المناخية نشأ اللوم الأحمر المداري القديم، والذي يتكوّن مايشبهه حالياً في نطاق السافانا الرطبة. وكان البليستوسين أقل حرارة من الحالي، وجافاً فيما عدا أواخره، وفي الهولوسين الحديث لم تكن فترة مطر الحجري الحديث مجرد ذبذبة رطبة، وانما تحولت هنا إلى دور ماطر شمل كل القسم الحديث من الهولوسين، واستمر هذا الدور حتى عصرنا الحاضر، وكانت كمية المطر تزيد على ٢٠ سم، وتسقط صيفاً فيما بين ٣ إلى ٤ أشهر. والنطاق كله يفترش في وقتنا الحاضر بغطاء من السفانا الشوكية، وتزركشه أشجار نامية من السنط عالية، وقد زحفت هذه السافانا منذ العصر الحجري الحديث مسافة تقرب من ٣٠٠ كم فوق نطاق الكثبان الرملية الذي يمتد من السنغال إلى منطقة بحيرة تشاد فوق مسافة تبلغ زهاء ٤٠٠٠ كم بعرض يبلغ ٣٠٠ كم.

ويشهد هذا النطاق العظيم من سلاسل الكثبان الرملية القديمة على أن النطاق الجنوبي من الصحراء الكبرى (ومثله، مع الفارق، النطاق

الجنوبي الشرقي من شبه جزيرة العرب - الربع الخالي)، كانت تسوده ظروف مناخية أجف بكثير منها في وقتنا الحالي، وذلك في النصف الأول من الهولوسين.

الماء الحفري ومجتمعات صحارى العرب

وتبقى بعد ذلك الإجابة على التساؤلات التي أثارناها في بدايات هذه الدراسة: ما مدى أهمية الفترات المطيرة السالفة لمناطق العمران الحالية في صحارى العرب؟ وإلى أي حد يمكن استغلال مستودعات المياه الحفرية لمشاريع الزراعة وخطط التنمية في أقطار العالم العربي؟ وهل هي بمثابة مصادر مياه متناقصة؟ أم هنالك عمليات تعويض، بطريق أو بآخر، لما يستهلك منها؟

ظهر من خلال عرضنا للتسلسل المناخي في صحارى العرب منذ بداية الزمن الثالث وحتى حلول الجفاف الحالي، تعاقب فترات المطر والجفاف، ولاشك أنه في أثناء فترات المطر المديدة كانت الحياة النباتية تينع وتزدهر، كما كانت الكميات الكبيرة من المياه تجد طريقها إلى الأعماق حيث تحتزن في الطبقات الصخرية الرسوبية، والآن وقد حل الجفاف، غدت المياه الجوفية الحفرية تتحكم في وجود الحياة في الصحارى العربية، وفي استمرارها وتطويرها. ومن هنا كان الجهد المبذول في التنقيب عن هذه الثروة المائية، لتطويرها وتوسيع مناطق مزرعة، أو لاستغلالها في مشروعات زراعية جديدة، وبالتالي تهيئة مناطق استيطان واستقرار لسكان الصحراء، أضف إلى ذلك النمو الحضري المتزايد في أقطار العرب الصحراوية البترولية، وتعظيم الطلب على المياه للاستخدامات المنزلية والصناعية.

ملكية الماء في الصحراء :

ليس أدل على أهمية الماء الحفري بالصحراء من أن الملكية في الصحارى هي ملكية المياه وليست ملكية الأرض، وتلك هي الملكية السائدة في قرى واحات الوادي الجديد بصحراء مصر الغربية، ذلك أن رقعة الأرض الممكن زراعتها تتوقف على كمية المياه التي تنبثق من الآبار والعيون، فالمياه الجوفية في صحارى العرب هي العامل المحدد لنوع الحيازة، لأنها المصدر الوحيد للري « باستثناء واحة النيل في مصر وشمال السودان) فمن يملك المياه له حق الانتفاع بالأرض التي تقع في زمام البئر أو العين. ولما كانت العيون والآبار معرضة دائماً لخطر الانطماش بفعل الرمال التي تسفيها الرياح، ولتناقص مياهها مع تزايد السحب، لجأ السكان - لتأمين حياتهم - إلى توزيع ملكياتهم على عدد منها، بدلاً من تركيزها حول بئر أو عين واحدة، مما يعرضها للزوال إذا انظمرت العين أو البئر أو جفت المياه فيها.

ويخضع قسم هام من مصادر المياه الحفرية في واحات صحارى العرب في ملكيته وتوزيعه للأعراف والعادات المتوارثة، ويزداد مجال تدخل العرف والعادات في تحديد أنصبة الأفراد من المياه كلما شحت تلك المياه، وأصبحت عزيزة، لدرجة أن ملكية المياه تصبح منفصلة عن ملكية الأرض. ويزداد تعقيد الملكية الجماعية للماء وتوزيعه إلى حصص عادلة في كل من واحات صحارى جمهورية سورية والجمهورية الجزائرية، بسبب تزايد عدد التجمعات السكانية وتعاضم أهمية المياه. ويخضع هذا كله لنظام دقيق يخل بأي تدخل أو تغيير، لا يستطيع تعديله سوى الخبر المدعو «شيخ الماء».

الماء في جوف صحارى العرب ماء حفري :

ليست بنا حاجة لتأكيد هذه الحقيقة، فإن كل الدراسات لظروف المناخ الحالي بصحارى العرب - وما أكثرها - تنتهي حتماً إلى نتيجة سلبية فيما يختص بعمليات التعويض لما يستهلك من المخزون المائي بجوف الصحارى العربية، فإن أي تساقط قد يتبخر قبل أن يصل إلى سطح البوادي الظمّانة.

وقد تبين أن كل المياه الجوفية في صحارى العرب هي مياه حفرية قديمة، يرجع أحدثها - كما سبق أن أوضحنا - إلى أواخر البليستوسين، وفترات قصيرة محدودة في الهولوسين، وأقدمها إلى عصور الزمن الثالث.

وتشير الأدلة القاطعة إلى أن المياه الجوفية العميقة مياه قديمة، فقد أمكن للتحليل بواسطة كربون ١٤ تقدير عمر بعض هذه المياه الموجودة على أعماق تصل إلى ٤٠٠ متر وأكثر، وفي مناطق مختلفة بصحارى العرب، وتبين أن أعمارها تتراوح بين ٤٥,٠٠٠ (خمسة وأربعين ألف) سنة، و ١٠,٠٠٠ (عشرة آلاف) سنة. ففي صحارى مصر وليبيا والجزائر تبين من مختلف الدراسات العملية (كربون ١٤) التي قام بها بحاث من أمثال كليتش، وهانسين وغيرهما، أن المياه الجوفية ترجع إلى أواخر جليد فورم، وأعطيت أعمار لكثير من العينات على أعماق متفاوتة وفي مناطق متفرقة، تراوحت بين ٢٥٠٠٠ - ٤٥٠٠٠ سنة، ووصلت إلى أعمار مشابهة للأبحاث التي قام بها خبراء شركة أوكسيدينتال للبترول بالنسبة لمياه جوف منخفض واحات الكفرة بالجماهيرية الليبية. كما تمكن كليتش (١٩٧٧) من تقدير أعمار مياه حوض مرزوق الجوفية بإقليم فزان الليبي فيما بين ٧٠٠٠ - ١٠,٠٠٠ سنة أي منذ آخر دور مطير في الهولوسين الحديث (العصر الحجري الحديث). وقد

برهنت الأبحاث التي أجريت لصحارى المملكة السعودية على أن عمر مياه تكوينات سوكن ٢٨٠٠٠ سنة (أوتكن - ١٩٧١)، وتراوحت أعمار مياه تكوينات منجور بين ١٦٠٠٠ - ٤٠٠٠٠ سنة (قادحي ١٩٧١)، وتبين أن المياه العميقة في هذه المستودعات الجوفية تصل درجة حرارتها إلى أكثر من ٤٢° م (بومنت ١٩٧٧).

الماء الحفري ومشاريع التنمية

إذا استثنينا التجمعات السكانية في أودية الأنهار المحدودة الرقعة، والتي تعتمد الحياة فيها على مياه تلك الأنهر الدائمة الجريان، فإن أراضي أقطار العرب الشاسعة المساحة شديدة الجفاف. وحتى عهد قريب كانت حرفة الرعي التي يمارسها البدو، إلى جانب الزراعة في مساحات محدودة في الواحات، هي عماد اقتصاد تلك الأقطار. وبعد اكتشاف الثروات البترولية، استفادت بلدان العرب من العائدات التي ارتفعت سريعاً منذ نهاية الحرب العالمية الثانية، وبدأ في توظيفها منذ أواخر الستينات لتنفيذ مشاريع التنمية التي تعددت خلال العقدين الأخيرين.

مشاريع الزراعة بالماء الحفري في صحاري مصر:

اهتمت سياسة مصر الزراعية منذ مطلع القرن التاسع عشر إلى التوسع الزراعي الرأسي بإدخال نظام الري الدائم على نطاق واسع، وتلك كانت ثورة زراعية بكل المقاييس الاقتصادية، وإلى التوسع الأفقي باستصلاح أراضي شمال الدلتا، ثم الاهتمام بأمور الزراعة في الواحات وفي هوامش الدلتا الصحراوية، ومع بداية خمسينيات هذا القرن العشرين صار

استزراع الأراضي الصحراوية على نطاق واسع مخططاً قومياً. فكان مشروع مديرية التحرير الزراعي العمراني المعتمد على مياه النيل، وكان مشروع الوادي الجديد الذي نذكره كمثال رائد للتأثير المباشر الذي تمارسه المياه الجوفية الحفرية على مشاريع التنمية.

فالمياه الجوفية الحفرية هي المصدر الوحيد للزراعة في واحات صحراء مصر الغربية، فهي هناك المصدر الوحيد للزراعة، ويتم الحصول عليها عن طريق الآبار التي حفرتها الهيئة المشرفة على تنفيذ المشروع، وكان مقدراً للآبار الإرتوازية أن تتدفق منها المياه تلقائياً لمدة لا تقل عن ١٥ سنة، فإذا بيع بعضها يحتاج للضخ بعد مضي ٦ أشهر فقط من بدء التشغيل (حافظ مصطفى ١٩٦٨، صفحات ٢٤٠ - ٢٩١)، كما أن طاقة الآبار أخذت في التناقص باستمرار، مما أدى إلى انكماش المساحات المزروعة، وتركت أجزاء من الأرض المستصلحة بدون زراعة، وبالتالي إعاقه تنفيذ الخطة كما كان مقرراً لها. أضف إلى ذلك أن التركيب الكيميائي للمياه الجوفية كان له أثره السلبي أيضاً، فقد نشأ عن زيادة نسبة الأملاح بسبب كثرة سحب المياه، تقليل فترة استهلاك البئر من عشر سنوات إلى خمس سنوات، وهذا يتطلب ضرورة حفر آبار جديدة باستمرار، مما أدى إلى تزايد نفقات المشروع.

وطبيعي أن تتناقص المياه المتدفقة من العيون والآبار القديمة التي يملكها الأهالي، بل أنها جفت تماماً في كثير من القرى نتيجة لحفر الآبار الجديدة التي تصل إلى أعماق أبعد من أعماق تلك الآبار، فانكمشت مساحة الأرض المزروعة، وتأثر النخيل بقلة المياه، فقل محصول البلح الذي يعتمد عليه الأهالي اعتماداً أساسياً كمصدر للدخل.

هذا ويواجه المشروع صعوبات أخرى منها: زحف الكثبان الرملية

على القرى ومزارع النخيل والأراضي الزراعية والعيون والآبار، وموجات الحرارة الشديدة اللافتة التي تتلف المزارع خاصة في الصيف، وصعوبة عمليات الصرف نتيجة لانسداد المصارف بالرمال، وازدياد ملوحة التربة، ثم مشكلة التسويق بسبب طول المسافات بين القرى، وبينها وبين مدن وادي النيل، وبالتالي صعوبة ربط اقتصاد المنطقة وإدماجه في الاقتصاد القومي.

وترتب على هذا كله نقص العائد للأهالي من الزراعة وتربية الماشية، فنشأت عندهم مشاعر الإحباط وعدم الثقة في المشروع كوسيلة لتحقيق مزيد من الربح والفائدة، وضعف إقبالهم على المشاركة في تنفيذه، وبالتالي فقدت التنمية هناك أحد المبادئ الهامة التي تعتمد عليها في تنفيذ خططها، وهي المشاركة الإيجابية من جانب السكان.

مشاريع الزراعة بالماء الحفري في صحاري ليبيا: النهر الصناعي العظيم

وننتقل من الوادي الجديد في مصر إلى النهر الصناعي العظيم بليبيا وهو مشروع يهدف إلى نقل المياه الحفرية من آبار يتم حفرها في منخفض الكفرة وإقليم السرير في جنوب شرق ليبيا، حيث أشارت الدراسات إلى وجود مستودعات جوفية للمياه يمكن الاستفادة منها في المناطق الساحلية التي تعاني أزمة الحصول على احتياجاتها من المياه الصالحة للشرب والاستخدام المنزلي نظراً لازدياد نسبة الأملاح في المياه المحلية وارتفاع تكلفة اعداد مياه البحر، إضافة إلى استخدام تلك المياه في انشاء مشاريع زراعية ومجمعات عمرانية جديدة.

وقد بدأ العمل بالمشروع الذي تنفذه شركة كورية في أواسط الثمانينات، وافتتحت مرحلته الأولى في أواخر عام ١٩٩١، إذ تدفقت المياه

الحفرية من آبار الكفرة والسرير خلال أنابيب يتجاوز طولها (١٠٠٠) ألف كيلومتر، وقطرها (٤) أربعة أمتار، إلى خزان بمدينة اجدابيا على ساحل خليج سرت تبلغ مساحته (١) واحد كم^٢. وفي مرحلة تالية سيتم توصيل خزان اجدابيا بخزانين آخرين بنفس المساحة، أحدهما في بلدة سلوق (شرق اجدابيا) والآخر ببلدة القرضابية (غرب اجدابيا قرب بلدة سيرت)، ويتكلف المشروع الخاص بنقل المياه بجميع مراحلها - عدا نفقات استصلاح الأراضي المزمع زراعتها - نحو (٧) سبعة مليارات دولار بأسعار عقد الثمانينيات.

ويطمح أهالي طرابلس إلى تنفيذ مشروع مماثل لنقل المياه الجوفية الحفرية بإقليم فزان بجنوب غرب ليبيا إلى مدينة طرابلس وما يجاورها من المدن الساحلية، عبر أنابيب بنفس القطر، وحوالي ذات الطول. وتقدر تكاليفه بأكثر من ثلاثة أمثال تكاليف المشروع السابق، خاصة أن الأنابيب ستعلو هضبة الحمادة، وتعبر حافة الجبل الطرابلسي إلى سهل الجفارة، وعبره إلى طرابلس. هذا وقد قدر الخبراء عمر الاستفادة من المياه الجوفية الحفرية من الكفرة وفزان بنحو خمسين عاما.

مشروع الكفرة الزراعي بليبيا:

يوجد المشروع في منخفض الكفرة الواقع إلى الجنوب من بنغازي بنحو (١٠٠٠) ألف كيلومتر. وينمو بالمنخفض نخيل التمر طبيعياً، وتعتمد محلات العمران في الواحات المبعثرة على زراعة معاشية تقوم على الري من العيون والآبار.

وفي عام ١٩٦٨ اكتشفت شركة أوكسيدنتال - أثناء تنقيها عن

البترول في جوف أراضي المنخفض - كميات كبيرة من المياه الجوفية التي يقدر عمرها بنحو (٤٠٠٠٠) أربعين ألف سنة في صخور الحجر الرملي النوبي. وحين وجدت الشركة أن المياه صالحة للري أنشأت مزرعة تجريبية مساحتها (٦٠٠) ستمائة هكتار (أي حوالي ١٤٠٠ فدان مصري) لتعويض خسائرها في التنقيب عن البترول الذي فشلت في العثور عليه هناك. وعلى الرغم من أن تربة أراضي المنخفض تتكون من رمال مجدبة، فإن انتاجيتها من القمح والشعير وحشائش الحلفا كانت كبيرة، وذلك نتيجة لاستخدام المياه والأسمدة بكميات وفيرة، كما تمت بنجاح تجربة تربية ٥٠٠ رأس من الأغنام الليبية.

وقد جرى تأميم المشروع في أعقاب الثورة الليبية، وتم دفع تعويض لشركة البترول، وكان ذلك في عام ١٩٧٠، ووضعت هيئة المشروع برنامجا يهدف إلى استزراع (١٠٠٠٠) عشرة آلاف هكتار شرقي قرية الجوف، مع امكانية استزراع (١٠٠٠٠) عشرة آلاف هكتار أخرى في المستقبل. وتم حصر وتشغيل (١٠٠) مائة بئر حتى عام ١٩٧٥، وتحول المشروع بذلك إلى مشروع انتاجي يهدف إلى تربية الأغنام على محاصيل العلف من الشعير والحلفا على نطاق واسع وللتصدير إلى مدن الساحل. وبلغ عدد الأغنام في عام ١٩٧٥ حوالي (٢٥٠٠٠) خمسة وعشرون ألف رأس، وكان يؤمل أن يزداد العدد في المستقبل ليصل إلى ربع مليون رأس.

ولاشك أن مياه الخزان الجوفي في منخفض الكفرة حفرية، ترجع إلى عصر الزمنين الثالث والرابع. وأدلة ذلك هناك كثيرة تتمثل على الخصوص في التربات القديمة، وفي نظم وديان كبيرة. وتمتلىء الأدوية حاليا بحصى السرير إلى أعماق غير معلومة. ومثل هذه الظواهر هي نتيجة لتعرية مائية حينما كان منسوب الماء الجوفي مرتفعاً، وكانت الأمطار غزيرة والحرارة

منخفضة نسبياً، مما كان يسمح بجريان سطحي مؤثر، أدى إلى تكوين شبكة الأودية. وهذا التفسير يتلاءم مع تكوين مخزن الماء الباطني في الصخور الرملية النوبية وتجمع المياه فيه وهو التفسير الذي نقترحه أيضاً لتكوين الشكل العام للمنخفض ذاته (مع عوامل أخرى) أثناء الزمنين الثالث والرابع.

وقد ادعت شركة أوكسيدنتال أن العمر الاقتصادي للمستودع المائي الجوفي بالكفرة يزيد على (٥٠٠) خمسمائة سنة، حتى مع زيادة سحب المياه إلى عشرة أمثال ما كان عليه في عام ١٩٧٠، حينما تم حفر (١١) أحد عشر بئراً. وفي نهاية عام ١٩٧٣ تم تحديد الاتساع الكلي للمخزن المائي بواسطة شركة فرنسية قدرت فترة انتهائه ونضوبه بنحو (٢٥٠) سنة على أساس معدلات سحب المياه في نفس السنة. وفي عام ١٩٧٥ انخفض عمر المخزن - عن طريق دراسات لشركة مياه ألمانية - إلى (٥٠) خمسين سنة فقط...!!

هذا التناقص المستمر في تقديرات عمر مستودع الماء الباطني بالكفرة، بالإضافة لما سبق أن رأيناه من تناقص تدفق المياه من آبار مشروع الوادي الجديد، ينفي نظرية كل من جون بول J.Ball (١٩٢٧) وبوهيلستروم BO Hellstrom (١٩٤٠) التي تقول بمصدر متجدد لمياه واحات صحراء مصر الغربية والصحراء البرقاوية، يتمثل في الأمطار التي تتساقط على جبال أركنو والعوينات، وجبال تبستي واردي Erdi وانيدي Ennedi، والتي تمتصها طبقات الصخور الرملية، لكي تأخذ طريقها مع ميل الطبقات نحو الشمال.

مشروع الإحساء الزراعي بالمملكة السعودية:

و حين ننتقل من مصر وليبيا إلى المملكة العربية السعودية، نجد أمثلة مشابهة منها مشروع الإحساء الزراعي بشرق المملكة. فقد ظهر بعد تشغيل المشروع أن حسابات الشركة الإستشارية لكميات المياه المخزونة خاطئة، وأن ظروف توزيعها في المستودع الباطني لا تكفي سقاية العشرين ألف هكتار التي تم استصلاحها لاستزراعها، فلم تتم زراعة سوى (١٢٠٠٠) اثني عشر ألف هكتار. وقد أخذ الأهالي يلمسون هذا النقص منذ بداية السبعينات (فاروق شاكر ١٩٧٣ ص ١٣٥)، بل إن المساحة انكمشت إلى ٨٠٠٠ هكتار (بيتربومنت ١٩٧٧). ثم بدأ الأخذ بنظم ري حديثة، كالري بالرش في محاولات لتوفير المياه لري مساحات أكبر، خاصة وأن عدد السكان المعتمدين على المشروع يزيد على ربع مليون نسمة، والمحاصيل الزراعية الرئيسية الثلاثة هي التمر والأرز والحبوب، إضافة إلى محاصيل العلف لتربية الأغنام والماعز.

وتعتبر ملوحة التربة من أهم مشكلات مشروع الإحساء، وهي ترتبط بطبيعة ملوحة مياه الري وارتفاع معدلات التبخر التي تفوق ١٣٠ سم في العام، كما وأن قنوات الري تستخدم كقنوات تصريف أيضا، ويتسبب عن ذلك ارتفاع نسبة الملوحة، مما يؤدي إلى تناقص واضح في غلة الهكتار، وإلى انتشار الملوحة في أراضي المشروع فتعرض للبوار.

ويتعرض المشروع أيضا لسفي الرمال، إذ يزحف على أراضيه مايزيد على نصف مليون طن من الرمال فيما بين شهري فبراير ويونيو من كل عام. وتشير الدراسات إلى أن الأجزاء الشمالية من زمام قرى العمران والعيون والمقدام وجوانا والمحترقة قد طمرت تحت كثبان رملية يزيد ارتفاعها

على خمسة وعشرين متراً، ويفوق معدل زحفها خمسة وعشرين متراً في كل عام.

النمو الحضري والمياه في أقطار الصحارى العربية :

لقد أدى النمو الحضري المتزايد في مدن أقطار صحارى العرب إلى اختلال التوازن البيئي بين السكان والمياه، رغم الجهود التي تبذلها الهيئات الرسمية في توفير احتياجات السكان من المياه العذبة، بالكشف عن موارد مائية جوفية جديدة في مواضع تلك المدن، أو بالقرب منها، أو عن طريق إعذاب مياه البحر بالنسبة للمدن الساحلية. وتشير التقارير إلى فداحة العجز المائي في مختلف بلدان العرب الصحراوية، وإلى انخفاض مستويات المياه الجوفية، وما صحبه من ارتفاع في نسبة ملوحة تلك المياه.

وتتصف مياه كثير من مستودعات المياه الحفرية بشدة العسر، فتلزم معالجتها لتصلح للاستخدام، ومنها مياه تكوينات منجور التي تمون مدينة الرياض، إضافة إلى ارتفاع حرارتها، ونظراً لزيادة أعداد سكان المدن وارتفاع مستوى معيشتهم فإن الطلب على المياه العذبة يشتد. وتقدر زيادة الطلب بنسب تصل إلى أكثر من ١٥٠٪ كل خمس سنوات في ست مدن سعودية رئيسية هي: الرياض، جدة، مكة، المدينة، الطائف، الدمام. كما يشتد الطلب على المياه لأغراض الصناعة في قلعة الجبيل الصناعية، وفي ينبع، وفي غيرها.

وتواجه كل مدن الخليج العربي والمدن الليبية مشكلات مماثلة. ولهذا فقد لجأت الحكومات العربية إلى إنشاء عدد من مشروعات إعذاب المياه على سواحل الخليج العربي والبحر الأحمر والبحر المتوسط. وهناك عدة

صعوبات تواجه استمرارية عمل تلك العامل رغم بناء المزيد منها، ومن بين تلك الصعوبات ارتفاع كلفة تشغيلها، مما يعني أن استعمالها في النشاط الزراعي والصناعي غير مناسب. أضف إلى ذلك أن عمر محطات الإعذاب يبلغ نحو ١٥ سنة، بعدها يلزم تجديد معداتها بالكامل. وكذلك مايكتنف تلك المياه من مخاطر التلوث البيئي من ناقلات البترول التي تجوب الخليج العربي، ومخلفات ونفايات المصانع والموانئ، والآبار التي تعرضت للتدمير في منطقة الخليج نتيجة للحروب التي دارت رحاها منذ عام ١٩٨٠.

خاتمة

إن الطلب على المياه في أقطار صحارى العالم العربي يزداد بسرعة، لأنه يقترن بالنمو السكاني والتطور الاقتصادي والعمراني وسرعة وتائر التحضر. وتتصف صحارى العرب بفقرها الشديد في مصادر المياه السطحية، فلا تجري على سطحها سوى بعض المسيلات عقب سقوط الأمطار الفجائية لفترات وجيزة فتضر ولا تنفع، وسرعان ماتبخر المياه، فلا يصل منها لمستودعات المياه الجوفية شىء يذكر. وفي ظروف الجفاف الحالي غدت المياه الحفرية تتحكم في وجود الحياة في الصحارى العربية، وفي استمرارها وتطورها.

ولاشك أن مستودعات المياه الجوفية في صحارينا هي مصادر مياه متناقصة، بل أن الشواهد تشير أن مستوياتها بدأت تتناقص خلال هذا القرن حتى قبل مراحل تكثيف الاعتماد عليها في مشاريع التنمية الكبيرة. لهذا يصبح من الضروري ترشيد استهلاكها، فلا تستخدم لسوى المشاريع الصغيرة المحدودة الرقعة. وتنظيم سحب المياه من الآبار، حتى لا يتسبب السحب الجائر في ظهور المياه المرتفعة الملوحة. وينبغي اتباع الري المحوري، والري بالرش، والتقيط، حرصا على المياه الحفرية، ووقاية للتربة من التملح الذي يصيبها بسبب الإفراط في الري، وغياب نظام صرف كفاء. وينبغي الاكتفاء بما أنشئ من مشاريع ري واسعة وتعهدتها بالتحسين والتقويم.

وتوفير المياه للاستخدام الحضري وللصناعة مهمة صعبة، ذلك لأن كثيراً من المدن لا تقع في مواضع ملائمة لاستغلال المياه الجوفية، لهذا فقد اتجهت الحكومات العربية لإعذاب مياه البحر رغم كلفتها العالية. وقد بدأت مشاكل تلوث المياه تظهر بصورة خطيرة في منطقة الخليج بسبب الحوادث التي تصيب ناقلات البترول، والخلل الذي يحدث أحيانا في ضخ النفط من الحقول الساحلية والبحرية، وملوثات الصناعة، كما أخذت تزداد حدة مشكلة تلوث المياه في المدن الكبيرة بسبب قصور شبكات الصرف الصحي، وهي مشاكل ينبغي أن يرصد لحلها قسم من الدخل القومي.

المراجع

- ١ - السيد أحمد حامد (١٩٧٨): النواحي الإجتماعية والثقافية للبيئة وأثرها في التنمية، في «الإنسان والبيئة». منشورات جامعة الدول العربية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم. القاهرة.
- ٢ - جودة حسنين جودة (١٩٦٦): العصر الجليدي. بحث في الجغرافيا الطبيعية لعصر البلايوسين. منشورات جامعة بيروت العربية.
- ٣ - جودة حسنين جودة (١٩٧٢): حوض وادي القطارة بليبيا. مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
- ٤ - جودة حسنين جود (١٩٧٣): أبحاث في جيومورفولوجية الأرضي الليبية، منشورات الجامعة الليبية. بنغازي، جزء أول.
- ٥ - جودة حسنين جودة (١٩٧٥): أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية، منشورات الجامعة الليبية بنغازي، جزء ثان.
- ٦ - حافظ مصطفى محمد (١٩٦٨): محافظة الوادي الجديد - دراسة جغرافية. رسالة دكتوراة غير منشورة. الإسكندرية.
- ٧ - عبد العزيز طريح شرف (١٩٥٨): مشكلة الأمطار في ليبيا. مجلة كلية الآداب والتربية الجامعة الليبية، العدد الأول.
- ٨ - عبد العزيز طريح شرف (١٩٦٢): جغرافية ليبيا - الإسكندرية.

٩ - عليـة حـسـن حـسـن (١٩٧٤): التـنـمـية والتـغـيـر فـي المـجـتـمـعـات المـسـتـحـدثة .
الإسكندرية .

١٠ - فاروق شاكر خضر السيد (١٩٧٣): المـيـاه الجـوفـيـة فـي المـمـلـكـة العـرـبـيـة
السـعـودـيـة وأثـرـها فـي الإـنـتـاج الزـراعي . رـسـالـة مـاجـسـتـير غـيـر مـنـشـورـة .
الإسكندرية .

١١ - ميرزايف، ك.م. (١٩٧٠): جيـومـورفـولـوجـيـة سـوريـا . تـرجـمـة عـادل
عبد السلام .

12. Atkinson, K. and others (1972): Kufra: A changing Saharan Community. Faculty of Arts, Benghazi.
13. Atkinson, K. (1975): The soils of the Kufra Oases-Libya. Benghazi.
14. Backer, J.P. (1957): Diskussionsbemerkingen auf 31. Deutschen geographentag, Wuerzburg.
15. Ball, J. (1927): Problems of the Libyan Desert. Geog. Jour. August, 1927.
16. Balout, L.: (1952), Pluviaux interglaciares et Prehistoires Saharienne. Trav. Inst. Rech. Sah., VIII.
17. Bender, F. (1974): Geology of Jordan, Berlin.
18. Bo Hellstrom (1940): The Subterranean Water in the Libyan Desert. Geografiska Annaler, 22, pp. 206-239.
19. Brunnacker, K. (1970): Die Sedimente des schetzdackes von Jabrud, Syrien. Fundamenta, A. 2: 189-198, Kolon.
20. Buedel, J.: (1952), Bericht ueber Klima-morphologische und Eiszeitforschungen in Niederafrica, Erdk. VI.
21. Buedel, J.: (1962), Reliefgenerationen und Plio-pleistozaener Klimawandel in Hoggar-Gebirge. Erdk. IX.
22. Buedel, J.: (1956), Sinai, die Wueste der gesetzebildung. Abh. Akad. Raumforsch. u. Ld-Plan, Bremen 28.

23. Buedel, J.: (1971), Morphogenese des Festlandes in Abhaehgigkeit von den Klima-zonen. Die Natur Wissen, 48.
24. Buedel, J.: (1965), Eiszeitalter und heutiges Erdbild, Die Umschau, H.I.
25. Burdon, D. (1969): Hand book of the geology of Jordan.
26. Butzer, K.W.: (1958), Quaternary stratigraphy and climates in the Near East. Bonner. Geogr. Abhandl., 24.
27. Butzer, K.W.: (1959), Contributions to the Pleistocene Geology of the Nile Valley. Erdk. XLII.
28. Butzer, K.W. & Hansen, C.L.: (1968), Desert and river in Nubia. Madison & London.
29. Butzer, K.W. & Cuerda, J.: (1967), Coastal stratigraphy of Southern Mallorca and... the Pleistocene chronology of the Mediterranean Sea. — J. Geol. 70.
30. Choubert, G.: (1957), Essai de correlation des formations continentales et marines du Pleistocene au Moroc Note V. Congr. INQUA.
31. Fairbridge, R.W.: (1962), New radiocarbon dates of Nile sediments. Nature, 196, No. 4850.
32. Fink, J.: (1972), Die Gliederung des Jung-Pleistozaen in Oesterreich. Mitt. Geol. Ges. wien, 54.
33. Flint, R.F.: (1957), Glacial and Pleistocene Geology, — New York.
34. Flint, R.F.: (1972), Pleistocene climates in low Latitudes. Geogr. review, Jan.
35. Flohn, H.: (1952), Atmosphaerische zirkulation und Polaeoklimatologie. Geolog. Rundsch. 40.
36. Flohn, H.: (1969), Kontinental-Verschiebungen, Polwandrunge und Vorzeitklimate im Lichte Palaeomagnetiseher Messergebnisse. Naturwiss. Rundsch. 12.
37. Flohn, H.: (1963), Zur meteorologischen Interpretation der Pleistozoenen Klimaschwankungen. Eiszeital. U. Gegenw. 14.
38. Gellert, J.F.: (1958), Kurze Bemerkungen zu Klimazonierung der Erde... Wiss. Zschr. Paed. Hochsch. Potsdam, 3.

39. Gouda, G.H.: (1962), Untersuchungen an Loessen der Nordschweiz. Diss. Uni. Zuerich. Geogr. Helv.
40. Graul, H. (1959), Der Verlauf des glazialeustatischen Meeresspiegelanstiegs berechnet an Hand Von C14 Datierung, Wiss. Abh. Deut. Geographentage. 33.
41. Hack, J.T.: (1953), Geologic evidence of Late Pleistocene climates. Cambridge.
42. Hey, R.W. (1963): Pleistocene Scree in Cyrenaica (Libya). Eiszeitalter und gegenwart, bd. 14. Oehringen.
43. Kadhi, A. (1971): Some basic informations about Riyadh Water Supply (unpublished).
44. Kaiser, K. (1973): Quarter-stratigraphische Untersuchungen aus dem Damaskas-Becken und seiner Umgebung, Berlin.
45. Klitzsch, E. (1977): Fossil reserves of groundwater in the Central Sahara. Nat. Resources and Development Vol. 5.
46. Knetsch, G.: (1950), Beobachtungen an der Lybischen Wueste. Geolog. Rundschau, 38.
47. Knetsch, G.: (1962), Geohydrological ground water investigations in North-African desert regions by means of complex methods. UN-Conference.
48. Kubiena, W.L.: (1959), Über die Braunlehmrelikte des Atakor (Hoggar-Gebirge, Zentral sahara), Erdkunde IX.
49. Kubiena, W.L.: (1963), Die Genese Lateritischer Profile als bodenkundliches Problem, Wuerzburg.
50. Lefranc, J.P.: (1957), De Zuila aux lacs de Marzoukia, Trav. Inst. Rech. Sah. XV, 1.
51. Mauny, M.R.: (1949), Sur la prehistoire de la presqu'île du cap-vert. Etudes Senegalais. ifan, Dakar.
52. Mensching, H.: (1953), Morphologische Studien in Hohen Atlas von Marokko. Wrzbg. Geogr. Arb. 1.
53. Mensching, H.: (1955), Das Quartaer in den Gebirgen Marokkos. Pet. Mitt. Erg. H. 256.

54. Mensching, H.: (1960), Bericht und Gedenken zur Tagung der Kommission Fur Periglazial-forschung in der IGU in Morokko, 19-31.10.1959. Z. Geomorph. 4.
55. Mortensen, H.: (1962), Heutiger Firnrueckgang und Eiszeitklima. Erdkunde VI.
56. Murray, G.W.: (1952), the Water beneath the Egyptian Western desert. Geog. Jour.
57. Murray, G.W.: (1953), The Artesian Water beneath the Libyan Desert. Bulletin de la Societe de Geographie d'Egypte, 25 pp. 81-92.
58. Pfannestiel, M.: (1963), Das Quartaer der Levante, Teil II. Akad. d. Wiss. U. Lit. Mainz. Abh.-Nat Kl. Nr. 7.
59. Rutte, E.: (1956-1963) Die geologie des schienerberges (Bodensee) und der Ohninger Fundstätten. N. Jb. Geol. Pal. Abh., 102-106.
60. Schwarzbach, M.: (1961), Das Klima der Vorzeit, Stuttgart.
61. Schwarzbach, M.: (1973), Das Alter der Wueste-Sahara. neues Jb. geol. Palaeont. Mh.
62. Winkler, A.: (1967), Geologisches Kraeftespiel und Landformung. Wien.
63. Wright, H.E. Jr.: (1961), Late Pleistocene soil development, glacial and cultural change in the eastern Mediterranean Region. Ann. New York Academy Sci.
64. Woldstedt P.: (1976), Das Eiszeitalter. 3. Aufl. Stuttgart.
65. Wuest, G.: (1928), Der Ursprung der atlantischen Tiefenwasser. Z. Ges. Erdk. berlin.
66. Zinderen-Bakker, E.M.: (1962), Palynology in Africa. seventh report (1960, 1961), Bloemfountein.
67. Zinderen-Bakker, E.M.: (1963), Pflanzengeogrpahische Probleme des africanischen Quartaers. Wuerzburg.